

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-069082

(43)Date of publication of application : 16.03.2001

(51)Int.Cl.

H04B 10/08

H04J 14/00

H04J 14/02

H04B 17/02

(21)Application number : 11-237671

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 25.08.1999

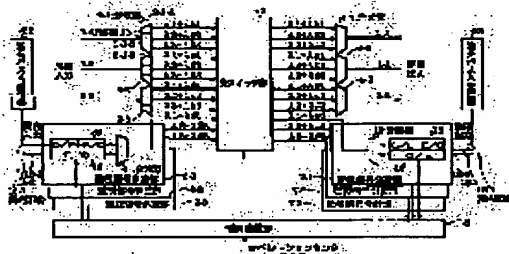
(72)Inventor : WATANABE RYUICHI

(54) OPTICAL WAVELENGTH MULTIPLEX NETWORK SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the error rate of main signals owing to the modulation of monitor signals by providing an optical signal multiplexer having comb shape transmission areas arranged in equal frequency interval and respectively and individually allocating the main signals and the monitor signals to the transmission areas.

SOLUTION: The multiplexing of the main signals λ_1 - λ_3 from a succeeding node with the monitor signals $\lambda_{\#1}$ - $\lambda_{\#3}$ is inputted to a demultiplexer 2 and they are demultiplexed into multiplex signals $\lambda_1+\lambda_{\#1}$, $\lambda_2+\lambda_{\#2}$ and $\lambda_3+\lambda_{\#3}$ and transferred to an optical switch part 3. The demultiplexer 2 is constituted of a Fabry-Perot filter provided with a comb shape characteristic for repeating the transmission areas by equal frequency interval or the like and the main signals λ and the monitor signals $\lambda_{\#}$ are set to positions aligned to prescribed interval ITU grids. An optical switch part 3 transmits the prescribed multiplex signal to the multiplexer 4 in accordance with a change-over signal from a controller part 8, synthesizes it with the multiplex signal from another wave length pass and transfers it to the succeeding node with an optical multiplex link. Thus, the error rate of the signal is reduced, the main signal and the monitor signal is made to be one group and, then, transmission is executed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-69082

(P2001-69082A)

(43) 公開日 平成13年3月16日 (2001.3.16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 4 B	10/08	H 0 4 B 9/00	K 5 K 0 0 2
H 0 4 J	14/00	17/02	F 5 K 0 4 2
	14/02	9/00	E
H 0 4 B	17/02		

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平11-237671

(22) 出願日 平成11年8月25日 (1999.8.25)

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 渡辺 竜一

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

(74) 代理人 100082050

弁理士 佐藤 幸男

Fターム (参考) 5K002 BA05 DA02 DA09 EA06 FA01

5K042 AA03 CA10 CA12 EA01 FA25

JA01 MA01

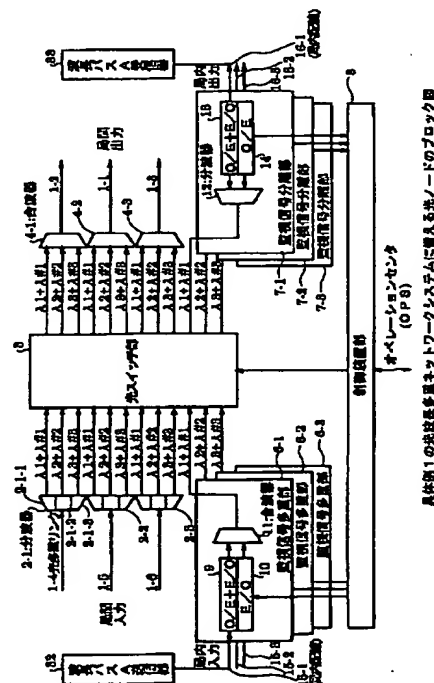
(54) 【発明の名称】 光波長多重ネットワークシステム

(57) 【要約】

【課題】

【解決手段】 光多重リンクは、複数のノードを接続し、その光多重リンク内には、所定の波長の光波による波長パスを構築する主信号と、前記所定の波長とは異なる波長の光波による監視信号とが合波され、上記ノードは、等周波数間隔に並ぶ櫛歯状の透過域を有する光信号合波器を備え、上記主信号は、上記櫛歯状の透過域の内の1つに割り付けられ、上記監視信号は、上記櫛歯状の透過域の内の他の1つに割り付けられる。

【効果】 主信号と監視信号を1組として伝送することが可能になり、1個のフィルタで1組の主信号と監視信号を合波したまま分離することができるようになる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のノードを光多重リンクを介して接続してなり、

前記ノード間の光多重リンクには、

所定の波長の光波による波長パスを構築する主信号と、
前記所定の波長とは異なる波長の光波による監視信号とが合波され、

前記ノードは、

等周波数間隔に並ぶ櫛歯状の透過域を有する光信号合波器を備え、

前記主信号は、前記櫛歯状の透過域の内の 1 つに割り付けられ、

前記監視信号は、前記櫛歯状の透過域の内の他の 1 つに割り付けられていることを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

【請求項 2】 前記請求項 1 に記載の光波長多重ネットワークシステムにおいて、

前記櫛歯状の透過域を 1 T U グリッドに一致させたことを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

【請求項 3】 前記請求項 1 又は請求項 2 に記載の光波長多重ネットワークシステムにおいて、

前記等周波数間隔に並ぶ櫛歯状の透過域を有する光信号合波器の出力の一部を受け入れて、分岐して出力する光モニタ部と、

この光モニタ部の出力を受け入れて前記監視信号のみ透過させる光フィルタと、

この光フィルタの透過光を光電変換して出力する O/E（光電変換器）を備え、

この O/E（光電変換器）の出力に基づいて前記ノードを制御することを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

【請求項 4】 前記請求項 3 に記載の光波長多重ネットワークシステムにおいて、

前記監視信号のフレームは、前記主信号のフレームをまたがることなく設定され、

前記監視信号の一部に前記波長パスの切替情報を搭載されていることを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

【請求項 5】 前記請求項 1 又は請求項 2 に記載の光波長多重ネットワークシステムにおいて、

前記ノード間の光多重リンクには、

前記主信号と前記監視信号のいずれの波長とも異なり、かつ前記光信号合波器の非透過域に割り付けられた O T S 信号が更に合波され、

前記ノードには、

前記ノードに先行する他のノードの出力を受け入れて、この出力から前記先行する他のノードから転送されてくる O T S 信号を抽出し、前記主信号と前記監視信号を前記光信号合波へ透過させる O T S 分離部と、

前記ノードの出力に、後に続く他のノードへ転送する O

T S 信号を合波して前記後に続く他のノードへ転送する O T S 付与部を備えたことを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

【請求項 6】 前記請求項 1 又は請求項 2 に記載の光波長多重ネットワークシステムにおいて、

前記ノード間の光多重リンクには、

前記主信号と前記監視信号のいずれの波長とも異なり、かつ前記光信号合波器の非透過域に割り付けられた前記 O T S 信号が更に合波され、

前記ノードには、

前記ノードに先行する他のノードの出力を受け入れて、この出力から前記監視信号と前記先行する他のノードから転送されてくる O T S 信号を抽出し、前記主信号を前記光信号合波器へ透過させる O T S 分離部と、

波長パス切替を行う光スイッチが出力する前記主信号に前記監視信号を合波する信号付加部と、

前記ノードの出力に前記後に続く他のノードへ転送する O T S 信号を合波して前記後に続く他のノードへ転送する O T S 付与部を備えたことを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

【請求項 7】 前記請求項 6 に記載の光波長多重ネットワークシステムにおいて、

前記ノード間の光多重リンクに合波される前記監視信号と前記 O T S 信号は、電気的に多重され更に E/O（電気光変換）された光波であり、

前記ノードには、

前記監視信号と前記 O T S 信号を電気的に多重する監視信号変調部と、

前記電気的に多重された監視信号と前記 O T S 信号を分離する電気信号分離部を備えたことを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ネットワーク内に構築される波長パスを波長パス監視信号によって監視する光波長多重ネットワークシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】 光波長多重ネットワーク中には、多数のノードを通過する波長パスが、多数本入り組んで構築される。従って、波長パスの正常な運用を図るために、波長パスの接続点となるノード（中継局等）や、ノード間を接続する光多重リンク（光ファイバ）等を監視する監視システムが、不可欠になってくる。監視システムでは波長パス毎に波長パスの終端間、即ち先端から後端まで監視信号が伝送されている。この監視信号の伝送方式には、波長パス上で伝送されている主信号を監視信号で変調する多重方式が採用されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで上記のような従来の技術には、次のような解決すべき課題があった。

主信号に対する監視信号の変調率を大きくするに従って、主信号の誤り率が大きくなっていくという解決すべき課題が残されていた。この詳細は例えば、[パイロットトーンを用いた光バス監視回路の試作、(株)富士通研究所、1998年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会]等に報告されている。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は以上の点を解決するため次の構成を採用する。

〈構成1〉複数のノードを光多重リンクを介して接続してなり、上記ノード間の光多重リンクには、所定の波長の光波による波長バスを構築する主信号と、上記所定の波長とは異なる波長の光波による監視信号とが合波され、上記ノードは、等周波数間隔に並ぶ櫛歯状の透過域を有する光信号合波器を備え、上記主信号は、上記櫛歯状の透過域の内の1つに割り付けられ、上記監視信号は、上記櫛歯状の透過域の内の他の1つに割り付けられていることを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

【0005】〈構成2〉上記構成1に記載の光波長多重ネットワークシステムにおいて、上記櫛歯状の透過域を1TUGリッドに一致させたことを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

【0006】〈構成3〉上記構成1又は構成2に記載の光波長多重ネットワークシステムにおいて、上記等周波数間隔に並ぶ櫛歯状の透過域を有する光信号合波器の出力の一部を受け入れて、分岐して出力する光モニタ部と、この光モニタ部の出力を受け入れて上記監視信号のみ透過させる光フィルタと、この光フィルタの透過光を光電変換して出力するO/E（光電変換器）を備え、このO/E（光電変換器）の出力に基づいて上記ノードを制御することを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

【0007】〈構成4〉上記構成3に記載の光波長多重ネットワークシステムにおいて、上記監視信号のフレームは、上記主信号のフレームをまたがることなく設定され、上記監視信号の一部に上記波長バスの切替情報を搭載されていることを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

【0008】〈構成5〉上記構成1又は構成2に記載の光波長多重ネットワークシステムにおいて、上記ノード間の光多重リンクには、上記主信号と上記監視信号のいずれの波長とも異なり、かつ上記光信号合波器の非透過域に割り付けられたOTS信号が更に合波され、上記ノードには、上記ノードに先行する他のノードの出力を受け入れて、この出力から上記先行する他のノードから転送されてくるOTS信号を抽出し、上記主信号と上記監視信号を上記光信号合波へ透過させるOTS分離部と、上記ノードの出力に、後に続く他のノードへ転送するOTS信号を合波して上記後に続く他のノードへ転送する

OTS付与部を備えたことを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

【0009】〈構成6〉上記構成1又は構成2に記載の光波長多重ネットワークシステムにおいて、上記ノード間の光多重リンクには、上記主信号と上記監視信号のいずれの波長とも異なり、かつ上記光信号合波器の非透過域に割り付けられた上記OTS信号が更に合波され、上記ノードには、上記ノードに先行する他のノードの出力を受け入れて、この出力から上記監視信号と上記先行する他のノードから転送されてくるOTS信号を抽出し、上記主信号を上記光信号合波器へ透過させるOTS分離部と、波長バス切替を行う光スイッチが出力する上記主信号に上記監視信号を合波する信号付加部と、上記ノードの出力に上記後に続く他のノードへ転送するOTS信号を合波して上記後に続く他のノードへ転送するOTS付与部を備えたことを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

【0010】〈構成7〉上記構成6に記載の光波長多重ネットワークシステムにおいて、上記ノード間の光多重リンクに合波される上記監視信号と上記OTS信号は、電気的に多重され更にE/O（電気光変換）された光波であり、上記ノードには、上記監視信号と上記OTS信号を電気的に多重する監視信号変調部と、上記電気的に多重された監視信号と上記OTS信号を分離する電気信号分離部を備えたことを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

【0011】〈具体例1の構成〉図1は、具体例1の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードのブロック図である。この光ノードの説明をする前にシステム全体の概要について図を用いて説明する。図2は、本発明による光波長多重ネットワークシステムの概要説明図である。図2より、光波長多重ネットワークシステムは、一例としてノードAと、ノードBと、ノードCと、光多重リンク1（図上1-1～1-16）と、オペレーションセンタ21を備える。

【0012】ノードAと、ノードBと、ノードCのそれぞれは、一例として中継局を表している。各ノードは、その内部に光スイッチ部3（図上3A～3C）と、監視信号多重部6（図上6A～6C）と、監視信号分離部7（図上7A～7C）と、制御装置部8（図上8A～8C）によって構成されている。これらの構成部分については、後に、上記図1を用いて詳細に説明する。光多重リンク1（図上1-1～1-16）は、各ノード間を繋ぐ光ファイバである。オペレーションセンタ21は、光波長多重ネットワークシステム全体を制御する部分である。

【0013】以上説明した光波長多重ネットワークシステム上に音声や映像等の情報をデジタルデータに変換した主信号を伝送する多数本の波長バスが構築される。ここでは一例としてノードAからノードBを通してノー

ドCに至る波長パスXと、ノードAからノードCに至る波長パスYを構築したものとす。この時、波長パスXの正常な運用を図るためにX監視信号22が波長パスX上に主信号Xと波長多重して伝送される。

【0014】同様に、波長パスYの正常な運用を図るためにY監視信号23が波長パスYに主信号Yと波長多重して伝送される。本発明は、上記主信号と監視信号の多重方法に特徴を有する。以下にこの多重方法を用いて上記監視信号の送受信を行う光ノード（ここでは中継器）について図1を用いて説明する。以下の説明は、一例としてノードAに限定して説明する。

【0015】図1より、具体例1の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードは、光多重リンク1（1-1、1-2、1-3、1-4、1-5、1-6）と、分波器2（2-1、2-2、2-3）と、光スイッチ部3と、合波器4（4-1、4-2、4-3）と、監視信号多重部6（6-1、6-2、6-3）と、監視信号分離部7（7-1、7-2、7-3）と、制御装置部8を備える。

【0016】光多重リンク1（1-1、1-2、1-3、1-4、1-5、1-6）は、上記の通りノード間を接続する光ファイバである。この中を多数の波長パスが入り交じった光信号が伝送されている部分である。分波器2（2-1、2-2、2-3）は、光多重リンク1から主信号 $\lambda_1 \sim \lambda_3$ 、監視信号 $\lambda_{\#1} \sim \lambda_{\#3}$ の、6波合波された光信号を受け入れて波長毎に分波する光フィルタである。この6波は一例であって本発明が限定される波数ではない。分波器2（2-1、2-2、2-3）は、それぞれ主信号 λ_1 と監視信号 $\lambda_{\#1}$ を合波したまま透過させるファブリペローフィルタ2-1-1と、主信号 λ_2 と監視信号 $\lambda_{\#2}$ を合波したまま透過させるファブリペローフィルタ2-1-2と、主信号 λ_3 と監視信号 $\lambda_{\#3}$ を合波したまま透過させるファブリペローフィルタ2-1-3によって構成されている。この分波器2の機能について以下に図を用いて説明する。

【0017】図3は、分波器の機能説明図である。

（a）は、分波器の原理説明図である。（b）は、分波器の透過特性を示す図である。（c）は、（b）の部分拡大図である。

【0018】分波器2は、一例としてファブリペローフィルタを用いて構成される。（a）よりファブリペローフィルタは、反射面25と、反射面26を備え、この両反射面間に光信号の定在波が発生する周波数の光信号のみをスペクトラム状に透過させる。以下ファブリペローフィルタに限定して説明するが、本発明は、このファブリペローフィルタに限定されるものではない。即ち、等周波数間隔で透過域を繰り返す楕形特性を有するフィルタであれば他のフィルタであっても良い。

【0019】（b）において点線で示した曲線27はレ

ーザタイオードの発光光の周波数スペクトラムを中心周波数 f_0 を中心にして横軸（周波数軸）を拡大して示している。縦軸方向に伸びる直線28等は、上記ファブリペローフィルタを透過した透過光のスペクトラムを示している。即ち、曲線27に示す光信号を分波器2に入射するとその出力から f_0 を中心として上記ファブリペローフィルタの透過特性に従って $f+1$ 、 $f-1$ 、 $f+2$ 、 $f-2$ 、 $f+3$ 、 $f-3$ 、…とスペクトラム状の透過光が出力される。

【0020】（c）は、（b）のA部を拡大して示した図である。図上、フィルタ29、フィルタ30、フィルタ31は、それぞれ周波数 $f-1$ 、 f_0 、 $f+1$ 近傍のファブリペローフィルタの透過域を示している。又、縦軸に平行な直線群はITUグリッドに定められた光信号のスペクトラムである。従って、フィルタ29、フィルタ30、フィルタ31を透過した透過光のみが分波器から出力されることを示している。

【0021】次に、以上説明したファブリペローフィルタを用いて分波器2は、どのように構成されるかについて一例を挙げて説明する。図4は、具体例1における主信号と監視信号の周波数割付説明図である。（a）は、0.1THz間隔のITUグリッドを示している。

（b）は、主信号の周波数割付を示している。（c）は、監視信号の周波数割付を示している。（d）、（e）、（f）は、それぞれ上記ファブリペローフィルタのフィルタ特性を示している。（a）～（f）まで横軸は、全て同一周波数軸で表している、但し図上右方向へいくほど周波数（THz）は低くなる。

【0022】（a）より具体例1のシステムは一例として0.1THz間隔のITUグリッドに従った光信号が用いられている。（b）に示すように一例として主信号 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 は、0.1THz間隔のITUグリッドに合わせて、それぞれ、194.0THz、193.9THz、193.8THzに設定されている。

【0023】（c）に示すように一例として監視信号 $\lambda_{\#1}$ 、 $\lambda_{\#2}$ 、 $\lambda_{\#3}$ は、0.1THz間隔のITUグリッドに合わせて、それぞれ、196.5THz、196.4THz、196.3THzに設定されている。ここで $\lambda_{\#1}$ （THz） $-\lambda_1$ （THz） $=\lambda_{\#2}$ （THz） $-\lambda_2$ （THz） $=\lambda_{\#3}$ （THz） $-\lambda_3$ （THz） $=2.5$ （THz）に設定されている。（d）に示すようにファブリペローフィルタ2-1-3は、その隣接する透過域の中心周波数を主信号 λ_3 の周波数193.8THzと監視信号 $\lambda_{\#3}$ の周波数196.3THzに一致した位置に設定されている。

【0024】（e）に示すようにファブリペローフィルタ2-1-2は、その隣接する透過域の中心周波数を主信号 λ_2 の周波数193.9THzと監視信号 $\lambda_{\#2}$ の周波数196.4THzに一致した位置に設定されている。（f）に示すようにファブリペローフィルタ2-1

ー1は、その隣接する透過域の中心周波数を主信号 $\lambda 2$ の周波数193.9THzと監視信号 $\lambda \# 3$ の周波数196.4THzに一致した位置に設定されている。

【0025】以上で分波器2の説明を終了したので再度図1に戻って具体例に備える光ノードの構成についての説明を続ける。光スイッチ部3は、制御装置部8の制御によって分波器2によって多重信号（主信号 $\lambda 1$ ＋監視信号 $\lambda \# 1$ ）と、多重信号（主信号 $\lambda 2$ ＋監視信号 $\lambda \# 2$ ）と、多重信号（主信号 $\lambda 2$ ＋監視信号 $\lambda \# 2$ ）に分波された光信号を受け入れて波長パスの切替を行う光交換機である。

【0026】合波器4（4-1、4-2、4-3）は、光スイッチ部3から多重信号（主信号 λ ＋監視信号 $\lambda \# 1$ ）と、多重信号（主信号 $\lambda 2$ ＋監視信号 $\lambda \# 2$ ）と、多重信号（主信号 $\lambda 2$ ＋監視信号 $\lambda \# 2$ ）に分波された光波を受け入れて再度6波合波信号に合波する部分である。この6波合波信号を光多重リンク1-2を介して隣接するノードB（図2）へ送出する部分でもある。一例として3入力1出力の光カブラが用いられる。

【0027】監視信号多重部6（6-1、6-2、6-3）は、局内回線から光信号の局内入力を受け入れて所定の周波数の主信号（ $\lambda 1 \sim \lambda 3$ ）に変換し、更に、所定の監視信号（ $\lambda \# 1 \sim \lambda \# 3$ ）を合波して光スイッチ部3へ送出する部分である。ここで監視信号多重部6-1は、主信号 $\lambda 1$ と監視信号 $\lambda \# 1$ を合波し、監視信号多重部6-2は、主信号 $\lambda 2$ と監視信号 $\lambda \# 2$ を合波し、監視信号多重部6-3は、主信号 $\lambda 3$ と監視信号 $\lambda \# 3$ を合波する部分である。

【0028】監視信号多重部6（6-1、6-2、6-3）は、その内部に $O/E+E/O \cdot 9$ と、 $E/O \cdot 10$ と、合波器11を備える。 $O/E+E/O \cdot 9$ は、局内配線15から光信号の局内入力を受け入れて一旦、光／電変換し、更に所定の周波数の主信号（ $\lambda 1 \sim \lambda 3$ ）に電／光変換して出力する部分である。

【0029】 $E/O \cdot 10$ は制御装置部8から電気信号の制御信号を受け入れて、電／光変換して所定の監視信号（ $\lambda \# 1 \sim \lambda \# 3$ ）に変換して出力する部分である。合波器11は、 $O/E+E/O \cdot 9$ から所定の周波数の主信号（ $\lambda 1 \sim \lambda 3$ ）と、 $E/O \cdot 10$ から所定の監視信号（ $\lambda \# 1 \sim \lambda \# 3$ ）をそれぞれ受け入れて合波して光スイッチ部3へ送出する部分である。一例として2入力1出力の光カブラが用いられる。

【0030】監視信号分離部7（7-1、7-2、7-3）は、光スイッチ部3から波長多重信号を受け入れて光信号である所定の周波数の局内出力と電気信号である制御信号に分離して、局内出力を局内配線16（16-1、16-2、16-3）へ送出し、制御信号を制御装置部8へ送出する部分である。ここで監視信号分離部7-1は、多重信号（主信号 $\lambda 1$ ＋監視信号 $\lambda \# 1$ ）を受け入れて主信号 $\lambda 1$ と監視信号 $\lambda \# 1$ を分離し、監視信

号分離部7-2は、多重信号（主信号 $\lambda 1$ ＋監視信号 $\lambda \# 2$ ）を受け入れて、主信号 $\lambda 2$ と監視信号 $\lambda \# 2$ に分離し、監視信号分離部7-3は、多重信号（主信号 $\lambda 3$ ＋監視信号 $\lambda \# 3$ ）を受け入れて、主信号 $\lambda 3$ と監視信号 $\lambda \# 3$ に分離する部分である。

【0031】監視信号分離部7（7-1、7-2、7-3）は、その内部に分波器12と、 $O/E+E/O \cdot 13$ と、 $O/E \cdot 14$ を備える。分波器12は、光スイッチ部3から多重信号を受け入れて主信号（ $\lambda 1 \sim \lambda 3$ ）と、監視信号（ $\lambda \# 1 \sim \lambda \# 3$ ）に分離して、それぞれ $O/E+E/O \cdot 13$ と $O/E \cdot 14$ へ送出する部分である。一例として上記ファブリペローフィルタと更に、 $\lambda 1$ と $\lambda \# 1$ を分波するために例えば多層膜フィルタ等を追加して構成される。

【0032】 $O/E+E/O \cdot 13$ は、分波器12から主信号（ $\lambda 1 \sim \lambda 3$ ）を受け入れて一旦、光／電変換し、更に所定の周波数の局内出力に電／光変換して出力する部分である。 $O/E \cdot 14$ は、分波器12から監視信号（ $\lambda \# 1 \sim \lambda \# 3$ ）を受け入れて、電気信号である制御信号に、光／電変換して、制御装置部8へ送出する部分である。制御装置部8は、ネットワークの監視情報や光スイッチ部3の接続情報等、光波長多重ネットワークシステムの運用情報についてオペレーションセンタ21と交信する部分である。

【0033】〈具体例1の動作〉次に図2、図3、図4を参照しながら図1を用いて具体例1の光波長多重ネットワークシステムの動作について説明する。一例として波長パスX（図2）について説明する。波長パスX（図2）は、ノードAと、光多重リンク1-1、ノードBと、光多重リンク1-10と、ノードCを接続して構築される。ここでノードAと、ノードBと、ノードCは、全く同じ構成を備えているので、いずれも図1を用いて説明する。

【0034】ノードA（図1に同じ）の波長パスA送信機32は、波長パスXの終端（開始点）となり、例えば音声を、光信号に変換して局内入力として監視信号多重部6-1へ送出する。監視信号多重部6-1の $O/E+E/O \cdot 9$ は、この局内入力を受け入れて主信号 $\lambda 1$ に変換して合波器11へ転送する。この時制御装置部8は、制御信号を監視信号多重部6-1へ送出する。

【0035】監視信号多重部6-1の $E/O \cdot 10$ は、この制御信号を受け入れて監視信号 $\lambda \# 1$ に変換して合波器11へ転送する。合波器11は、主信号 $\lambda 1$ と監視信号 $\lambda \# 1$ を受け入れて多重信号（主信号 $\lambda 1$ ＋監視信号 $\lambda \# 1$ ）を合波して光スイッチ部3へ転送する。光スイッチ部3は、同時に制御装置部8から制御信号（切替情報）を受け入れて、その切替情報に従って多重信号（主信号 $\lambda 1$ ＋監視信号 $\lambda \# 1$ ）を合波器4-1へ転送する。

【0036】この時合波器4-1は、波長パスXとは異

なる他の波長パスから、既に多重信号（信号 $\lambda 2$ ＋監視信号 $\lambda \# 2$ ）及び多重信号（信号 $\lambda 3$ ＋監視信号 $\lambda \# 3$ ）を受け入れている。合波器4-1は、多重信号（信号 $\lambda 1$ ＋監視信号 $\lambda \# 1$ ）と、多重信号（信号 $\lambda 2$ ＋監視信号 $\lambda \# 2$ ）と、多重信号（信号 $\lambda 2$ ＋監視信号 $\lambda \# 2$ ）を合波して光多重リンク1-1へ転送する。

【0037】光多重リンク1-1は、この6波合波された光信号をノードB（図2）へ転送する。ノードB（図2）を再度図1に当てはめて以後の動作説明を続ける。ノードB（図2）の分波器2-2（図1）は、6波合波された光多重信号を受け入れる。分波器2-2（図1）は、この6波合波された光信号を、多重信号（信号 $\lambda 1$ ＋監視信号 $\lambda \# 1$ ）と、多重信号（信号 $\lambda 2$ ＋監視信号 $\lambda \# 2$ ）と、多重信号（信号 $\lambda 3$ ＋監視信号 $\lambda \# 3$ ）に分波して光スイッチ部3へ転送する。

【0038】光スイッチ部3は、多重信号（信号 $\lambda 1$ ＋監視信号 $\lambda \# 1$ ）と、多重信号（信号 $\lambda 2$ ＋監視信号 $\lambda \# 2$ ）と、多重信号（信号 $\lambda 2$ ＋監視信号 $\lambda \# 2$ ）を受け入れると同時に制御装置部8から制御信号（切替信号）を受け入れて、その切替情報に従って多重信号（主信号 $\lambda 1$ ＋監視信号 $\lambda \# 1$ ）を合波器4-2へ転送する。

【0039】この時合波器4-2は、波長パスXとは異なる他の波長パスから、既に多重信号（信号 $\lambda 2$ ＋監視信号 $\lambda \# 2$ ）及び多重信号（信号 $\lambda 3$ ＋監視信号 $\lambda \# 3$ ）を受け入れている。合波器4-2は、多重信号（信号 $\lambda 1$ ＋監視信号 $\lambda \# 1$ ）と、多重信号（信号 $\lambda 2$ ＋監視信号 $\lambda \# 2$ ）と、多重信号（信号 $\lambda 3$ ＋監視信号 $\lambda \# 3$ ）を合波して光多重リンク1-1（図2では光多重リンク1-10に相当する）へ転送する。

【0040】光多重リンク1-1は、この6波合波された光信号をノードC（図2）へ転送する。ノードC（図2）を再度図1に当てはめて以後の動作説明を続ける。ノードC（図2）の分波器2-2（図1）は、6波合波された光信号を受け入れる。分波器2-2（図1）は、この6波合波された光信号を、多重信号（信号 $\lambda 1$ ＋監視信号 $\lambda \# 1$ ）と、多重信号（信号 $\lambda 2$ ＋監視信号 $\lambda \# 2$ ）と、多重信号（信号 $\lambda 2$ ＋監視信号 $\lambda \# 2$ ）に分波して光スイッチ部3へ転送する。

【0041】光スイッチ部3は、多重信号（信号 $\lambda 1$ ＋監視信号 $\lambda \# 1$ ）と、多重信号（信号 $\lambda 2$ ＋監視信号 $\lambda \# 2$ ）と、多重信号（信号 $\lambda 3$ ＋監視信号 $\lambda \# 3$ ）を受け入れると同時に制御装置部8から制御信号（切替情報）を受け入れて、その切替情報に従って多重信号（主信号 $\lambda 1$ ＋監視信号 $\lambda \# 1$ ）を監視信号分離部7-1へ転送する。この時多重信号（信号 $\lambda 2$ ＋監視信号 $\lambda \# 2$ ）と、多重信号（信号 $\lambda 3$ ＋監視信号 $\lambda \# 3$ ）は、切替情報に従ってそれぞれ既に構築されている波長パスにそって転送される。

【0042】監視信号分離部7-1の分波器12は、多

重信号（主信号 $\lambda 1$ ＋監視信号 $\lambda \# 1$ ）を受け入れて主信号 $\lambda 1$ と監視信号 $\lambda \# 1$ に分波して、主信号 $\lambda 1$ を $O/E + E/O \cdot 13$ へ、監視信号 $\lambda \# 1$ を $O/E \cdot 14$ へ転送する。 $O/E + E/O \cdot 13$ は、主信号 $\lambda 1$ を所定の波長の局内出力に変換して波長パスの終端である、波長パスA受信機33へ転送する。 $O/E \cdot 14$ は、監視信号 $\lambda \# 1$ を光/電変換して、電気信号の制御信号にして制御装置部8へ送る。以上で具体例1の光波長多重ネットワークシステムの動作説明を終了する。

【0043】以上の説明では、説明の都合上、主信号3波、監視信号3波に限定して説明したが、この合波数は、システムの規模によって任意に設定される。又、光信号を0.1THz間隔のITUグリッドに限定して説明したが、この値も、システムの仕様によって任意に設定することができる。

【0044】又、 $\lambda \# 1$ (THz) - $\lambda 1$ (THz) = $\lambda \# 2$ (THz) - $\lambda 2$ (THz) = $\lambda \# 3$ (THz) - $\lambda 3$ (THz) = 2.5 (THz) に限定して説明したが、この値も、システムの仕様によって任意に設定することができる。更に、 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ 或いは $\lambda \# 1$ 、 $\lambda \# 2$ 、 $\lambda \# 3$ をそれぞれ隣接するITUグリッドに設定してあるが、この値も、システムの仕様によって任意に設定することができる。

【0045】〈具体例1の効果〉以上説明したように、例えばファブリペローフィルタ等のように一定周波数間隔の梯形透過特性を有するフィルタを備え、その透過域に主信号と監視信号の光源スペクトラムの周波数を割り付けることにより以下の効果を得る。

1. 主信号と監視信号を1組として伝送することが可能になる。

2. 1個のフィルタで1組の主信号と監視信号を合波したまま分離することができる。

【0046】〈具体例2の構成〉図5は、具体例2の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードのブロック図である。図5より、具体例2の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードは、光多重リンク1（1-1、1-2、1-3、1-4、1-5、1-6）と、分波器2（2-1、2-2、2-3）と、光スイッチ部3と、合波器4（4-1、4-2、4-3）と、監視信号多重部6（6-1、6-2、6-3）と、監視信号分離部7（7-1、7-2、7-3）と、光モニタ部35と、光フィルタ36と、 $O/E \cdot 37$ を備える。

【0047】光モニタ部35は、分波器2（2-1、2-2、2-3）から主信号（ $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ ）と、監視信号（ $\lambda \# 1$ 、 $\lambda \# 2$ 、 $\lambda \# 3$ ）を受け入れてその一部を分離して光フィルタ36へ転送し、残り大部分の光信号を光スイッチ部3へ転送する部分である。一例として半透膜分岐器等が用いられる。

【0048】光フィルタ36は、光モニタ部35から主信号（ $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ ）と、監視信号（ $\lambda \# 1$ 、 $\lambda \#$

2、λ#3)の一部を受け入れて、監視信号(λ#1、λ#2、λ#3)のみを3波に分離し、透過させてO/E・37へ転送する部分である。透過波長λ#1の光フィルタと、透過波長λ#2の光フィルタと、透過波長λ#3の光フィルタによって構成される。一例として多層膜フィルタ等が用いられる。

【0049】O/E・37は、監視信号λ#1、λ#2、λ#3を受け入れて電気信号である制御信号に光/電変換して制御装置部8へ転送する部分である。他の構成要素は、全て具体例1と同様なので説明を割愛する。

【0050】〈具体例2の動作〉具体例2による光波長多重ネットワークシステムは、主信号と監視信号の双方に固定長のフレーム、又はパケットを用いた方式に最適である。以下に具体例2において採用されている信号フォーマットの一例について説明する。

【0051】図6は、具体例2の信号フォーマットの説明図である。(a)は、監視信号を(b)は、主信号を表している。横軸は、(a)、(b)共通の時間軸を表している。尚、監視信号と主信号は、完全に同期している必要はない。主信号のデータ(例えば図上データ2)の範囲内に監視信号2が入っていればよい。即ち、監視信号が、2個の主信号にまたがらなければ良い。

【0052】(a)より、監視信号の一部にスイッチ切替情報が付加されている(図上監視2)。このスイッチ切替情報には光スイッチ部3(図5)での波長パス切替情報が書き込まれている。尚、主信号のデータ2にはダミーデータが書き込まれている。以上で具体例2において採用されている信号フォーマットの一例について説明を終了したので再度図5に戻って具体例2の動作について説明する。

【0053】具体例1の動作との差異のみについて説明する。光多重リンク1-5から分波器2-2は、6波合波された光信号を受け入れる。分波器2-2は、この6波合波された光信号を、多重信号(信号λ1+監視信号λ#1)と、多重信号(信号λ2+監視信号λ#2)と、多重信号(信号λ3+監視信号λ#3)に分波して光モニタ部35へ転送する。

【0054】光モニタ部35は、分波器2-2から主信号(λ1、λ2、λ3)と、監視信号(λ#1、λ#2、λ#3)を受け入れてその一部を分離して光フィルタ36へ転送し、残り大部分の信号を光スイッチ部3へ転送する。光フィルタ36は、光モニタ部35から主信号(λ1、λ2、λ3)と、監視信号(λ#1、λ#2、λ#3)の一部を受け入れて、監視信号(λ#1、λ#2、λ#3)のみを3波に分離して透過させてO/E・37へ転送する。

【0055】O/E・37は、監視信号λ#1、λ#2、λ#3を受け入れて電気信号である制御信号に光/電変換して制御装置部8へ転送する。制御装置部8は、受け入れた制御信号の内部にスイッチ切替情報を検出し

たとき(今仮に、監視信号λ#1の監視信号、監視2に上記スイッチ切替情報が書き込まれていたものとす)、そのスイッチ切替情報に基づいた制御信号(切替情報)を光スイッチ部3へ送出する。

【0056】光スイッチ部3は、この制御信号(切替情報)を受け入れたとき多重信号(信号λ1+監視信号λ#1)を制御情報(切替情報)に従って合波器4-2へ転送する。この時多重信号(信号λ2+監視信号λ#2)と、多重信号(信号λ3+監視信号λ#3)は、それぞれ既に構築されている波長パスにそって転送されている。その他の動作は具体例1の動作と全く同様なので説明を割愛する。

【0057】〈具体例2の効果〉以上説明したように、具体例1の構成に、光モニタと、光フィルタと、O/Eを追加することによって以下の効果を得る。

1. 監視信号からの情報によって光スイッチ部の切替を行うことができるようになる。

2. 更に、スイッチ切替情報が書き込まれている監視信号のフレーム(図6の監視2)に時間軸上で一致する主信号のフレーム(図6のデータ2)にダミーデータ(無効データ)を書き込むことによって主信号が途中で中断することのない無瞬断切替を行うことが可能になる。

【0058】〈具体例3の構成〉図7は、具体例3の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードのブロック図である。図7より、具体例3の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードは、光多重リンク1

(1-1、1-2、1-3、1-4、1-5、1-6)と、分波器2(2-1、2-2、2-3)と、光スイッチ部3と、合波器4(4-1、4-2、4-3)と、監視信号多重部6(6-1、6-2、6-3)と、監視信号分離部7(7-1、7-2、7-3)と、OTS分離部41(41-1、41-2、41-3)とOTS付与部42(42-1、42-2、42-3)と、O/E・43(43-1、43-2、43-3)と、E/O・44(44-1、44-2、44-3)を備える。

【0059】OTS分離部41は、隣接するノードから主信号と一緒に合波されて転送されてくるOTS信号λ*を分離する部分である。ここで、OTS信号とは、ネットワークをオプティカルトランスポートセクション上で正常に運用するために例えば隣接するノード間で交信するネットワーク監視信号である。一例として、OTS信号のレベル変動を監視することによって隣接するノード間での障害等を検出することができる。

【0060】このOTS分離部41の原理について図を用いて以下に説明する。図8は、具体例3における各種信号の周波数割付説明図である。図8において点線で示した曲線27はレーザタイオードの発光光の周波数スペクトラムを中心周波数f0を中心にして横軸を拡大して示している。縦軸方向に伸びる直線28等は、上記ファブリペローフィルタを透過した透過光のスペクトラムを

示している。即ち、曲線27に示す光信号を分波器2に入射するとその出力から f_0 を中心として上記ファブリペローフィルタの透過特性に従って $f+1$ 、 $f-1$ 、 $f+2$ 、 $f-2$ 、 $f+3$ 、 $f-3$ 、…とスペクトラム状の透過光が出力される。

【0061】上記OTS信号 λ^* の周波数域を一例として図上 f_x 又は f_y に割り付ける。この周波数域 f_x 、 f_y の割付要件を以下のように定める。

要件1

この周波数域 f_x 、 f_y は、図に示す通り、ファブリペローフィルタの透過域とは一致していない。

要件2

この周波数域 f_x 、 f_y は、主信号や監視信号の周波数域 f_0 近傍からはずれている。要件1及び要件2を満足する限り例えば周波数域 f_z のように異なる光源であってもよい。

【0062】図9は、OTS分離部のブロック図である。図9よりOTS分離部41はサーキュレータ45と、回折格子状ファイバ46から構成される。サーキュレータ45は、例えば図のようにA、B、Cの3開口を所持している場合、開口Aに入力された光信号は、開口Bに出力され、開口Bから入力された光信号は、開口Cに出力されるように、所謂交通整理をするデバイスである。

【0063】回折格子状ファイバ46は、光ファイバのコア部分に、長さ方向に回折格子状に微小間隔で屈折率の大きな部分と小さな部分を連続繰返しで多数形成した特殊な光ファイバであり通称FBGと呼ばれている。本具体例では、この回折格子状ファイバ46をサーキュレータ45の開口Bに接続し、回折格子を上記OTS信号 λ^* の周波数域に設定する。

【0064】即ち、開口Bから回折格子状ファイバ46に入射したOTS信号 λ^* は、この回折格子で反射して開口Cから出力される。具体例3では、開口AからOTS分離部41の出力を受け入れ、開口Bに接続された回折格子状ファイバ46の出力を分波器2に接続し、開口Cを $O/E \cdot 43$ に接続する。以上でOTS分離部41の説明を終了したので再度図7に戻って具体例3の構成についての説明を続ける。

【0065】 $O/E \cdot 43$ (43-1、43-2、43-3)は、OTS分離部41から光信号であるOTS信号 λ^* を受け入れて電気信号であるOTS信号 λ^* に変換して制御装置部8へ転送する光/電変換器である。 $E/O \cdot 44$ (44-1、44-2、44-3)は、制御装置部8から隣接するノードへ送出する電気信号であるOTS信号 λ^* を受け入れて光信号に変換してOTS付与部42へ転送する電/光変換器である。

【0066】OTS付与部42 (42-1、42-2、42-3)は、 $E/O \cdot 44$ (44-1、44-2、44-3)から光信号であるOTS信号 λ^* を受け入れて

多重信号 (信号 λ_1 +監視信号 $\lambda_{\#1}$)、多重信号 (信号 λ_2 +監視信号 $\lambda_{\#2}$)、多重信号 (信号 λ_3 +監視信号 $\lambda_{\#3}$)に合波する部分である。通常光カブラ等が用いられる。以上で具体例3の構成についての説明を終了したので、次に具体例3の動作をOTS信号 λ^* の分離及び付与の動作のみ限定して説明する。他の動作は具体例1と全く同様なので説明を割愛する。

【0067】〈具体例3の動作〉動作説明の前提を以下のように定める。ノードA (図2) からノードB (図2) へ転送されるOTS信号 λ^* を受信するノードB (図2) の動作と、ノードB (図2) からノードC (図2) へ転送されるOTS信号を送信するノードB (図2) の動作のみについて図7を用いて説明する (図7を (図2のノードBであると想定する))。他のノード間でのOTS信号 λ^* が交信される動作も全く同様なので説明を割愛する。

【0068】最初にOTS信号 λ^* の受信について説明する。図7において、OTS分離部41-2は、光多重リンク1-5から多重信号 (主信号 λ_1 +監視信号 $\lambda_{\#1}$) とノードA (図2) から転送されてくるOTS信号 λ^* が合波された光信号を受け入れる。サーキュレータ45 (図9) は、この合波された光信号を開口A (図9) に受け入れる。

【0069】多重信号 (主信号 λ_1 +監視信号 $\lambda_{\#1}$) は開口B (図9) を通過して分波器2-2へ転送される。OTS信号は、回折格子状ファイバ46中で反射して開口Bに戻り、開口C通って $O/E \cdot 43-2$ へ転送される。OTS信号 λ^* は、 $O/E \cdot 43-2$ で光/電変換されて制御装置部8へ転送される。

【0070】次に、OTS信号 λ^* の送信について説明する。図7において、制御装置部8は、電気信号のOTS信号 λ^* を $E/O \cdot 44-2$ へ送出する。 $E/O \cdot 44-2$ は、この電気信号のOTS信号を電/光変換してOTS付与部42-2へ転送する。OTS付与部42-2は光信号のOTS信号 λ^* を合波器4-2から受け入れた多重信号 (主信号 λ_1 +監視信号 $\lambda_{\#1}$) と合波してノードC (図2) へ転送する。他の動作は、具体例1の動作と全く同様なので説明を割愛する。

【0071】以上の説明では、OTS分離部41を図9に示すサーキュレータ45と回折格子状ファイバ46を用いて構成されている場合に限定して説明したが、本発明は、これに限定されるものではない。例えば多重信号 (主信号 λ_1 +監視信号 $\lambda_{\#1}$)、多重信号 (主信号 λ_2 +監視信号 $\lambda_{\#2}$)、多重信号 (主信号 λ_3 +監視信号 $\lambda_{\#3}$)を一括して透過させる透過域の広いフィルタと、OTS信号 λ^* のみを透過させる透過域の狭いフィルタを併用して構成することも可能である。

【0072】〈具体例3の効果〉以上説明したように、分波器の透過域と異なる周波数帯にOTS信号 λ^* の透過域を設定し、かつ、分波器の前にOTS分離部を備え

ることにより以下の効果を得る。

1. OTS分離部におけるOTS信号λ*の分離が完全に行われない場合であっても、OTS信号成分が多重信号（主信号λ1+監視信号λ#1）、多重信号（主信号λ2+監視信号λ#2）と、（主信号λ3+監視信号λ#3）に混入されたまま他のノードへ転送されることがなくなる。

2. OTS信号λ*の周波数域を多重信号（主信号λ1+監視信号λ#1）、多重信号（主信号λ2+監視信号λ#2）と、（主信号λ3+監視信号λ#3）で使用できない周波数域に割り付けることが可能になるため、多重信号の波数を減少させる必要がなくなる。

【0073】〈具体例4の構成〉図10は、具体例4の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードのブロック図である。図10より、具体例4の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードは、光多重リンク1（1-1、1-7、1-8、1-9、1-10、1-11）と、分波器2（2-1、2-2、2-3）と、光スイッチ部3と、合波器4（4-1、4-2、4-3）と、O/E+E/O・9（9-1、9-2、9-3）と、O/E+E/O・13（13-1、13-2、13-3）と、OTS付与部42（42-1、42-2、42-3）と、E/O・44（44-1、44-2、44-3）と、信号分離部51（51-1、51-2、51-3）と、信号付加部52（52-1、52-2、52-3）と、O/E・53（53-1、53-2、53-3）と、E/O・54（54-1、54-2、54-3）を備える。

【0074】信号分離部51（51-1、51-2、51-3）は、多重信号（主信号λ1+監視信号λ#1）、多重信号（主信号λ2+監視信号λ#2）、（主信号λ3+監視信号λ#3）と、OTS信号λ*が、合波された光信号を受け入れて主信号λ1+主信号λ2+主信号λ3と、監視信号λ1+監視信号λ2+監視信号λ3+OTS信号λ*に分離する部分である。更に、主信号λ1+主信号λ2+主信号λ3を分波器2へ転送し、監視信号λ1+監視信号λ2+監視信号λ3+OTS信号λ*をO/E・53へ転送する部分でもある。この信号分離部51（51-1、51-2、51-3）の構成について図を用いて説明する。

【0075】図11は、具体例4の信号分離部のブロック図である。図11より、具体例4の信号分離部51-1（51-2、51-3も同様）は、主信号分離フィルタ55と、監視信号分離フィルタ56を備える。上記主信号λ1+主信号λ2+主信号λ3と、監視信号λ1+監視信号λ2+監視信号λ3+OTS信号λ*の周波数割付を60に示す。

【0076】主信号分離フィルタ55は、多重信号（主信号λ1+監視信号λ#1）と、多重信号（主信号λ2+監視信号λ#2）と、（主信号λ3+監視信号λ#3）と、OTS信号λ*を受け入れて主信号λ1+主信号λ2+主信号λ3と、監視信号λ1+監視信号λ2+監視信号λ3+OTS信号λ*に分離する部分である。主信号λ1+主信号λ2+主信号λ3は分波器2-1へ転送され、監視信号λ1+監視信号λ2+監視信号λ3+OTS信号λ*は、監視信号分離フィルタ56へ転送される。

【0077】主信号分離フィルタ55は、通常、透過帯域が広く設計されている多層膜フィルタ等が用いられる。監視信号分離フィルタ56は、主信号分離フィルタ55から監視信号λ1+監視信号λ2+監視信号λ3+OTS信号λ*を受け入れて、監視信号λ1と、監視信号λ2と、監視信号λ3と、OTS信号λ*とに分離してO/E・53へ転送する部分である。一例として、1入力4出力の光カプラの出力に、監視信号λ1と、監視信号λ2と、監視信号λ3と、OTS信号λ*のそれぞれの信号のみを透過させる多層膜フィルタ等を付加して構成される。

【0078】以上で信号分離部51の説明を終了したので再度図10に戻って具体例4の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードについての説明を続ける。O/E・53（53-1、53-2、53-3）は、信号分離部51（51-1、51-2、51-3）から監視信号λ1と、監視信号λ2と、監視信号λ3と、OTS信号λ*を個々に受け入れて、光/電変換して各々監視信号λ1と、監視信号λ2と、監視信号λ3と、OTS信号λ*に相当する制御信号として制御装置部8へ転送する部分である。

【0079】O/E+E/O・9（9-1、9-2、9-3）は、局内配線15（15-1、15-2、15-3）から光信号の局内入力を受け入れて一旦、光/電変換し、更に所定の周波数の主信号（λ1～λ3）に電/光変換して光スイッチ部3へ送出する部分である。O/E+E/O・13（13-1、13-2、13-3）は、光スイッチ部3から主信号（λ1～λ3）を受け入れて一旦、光/電変換し、更に所定の周波数の局内出力に電/光変換して局内回線へ送出する部分である。

【0080】E/O・54（54-1、54-2、54-3）は、制御装置部8から監視信号λ1と、監視信号λ2と、監視信号λ3に相当する制御信号を受け入れて電/光変換し、監視信号λ1と、監視信号λ2と、監視信号λ3を生成して信号付加部52（52-1、52-2、52-3）へ転送する部分である。

【0081】信号付加部52-1（52-2、52-3も同様）は、光スイッチ部3から主信号λ1、主信号λ2、主信号λ3を、E/O・54-1から監視信号λ1と、監視信号λ2と、監視信号λ3を受け入れて、多重信号（主信号λ1+監視信号λ#1）と、多重信号（主信号λ2+監視信号λ#2）と、（主信号λ3+監視信号λ#3）を合波する部分である。この信号付加部52

—1 (52-2、52-3も同様)の詳細について図を用いて以下に説明する。

【0082】図12は、具体例4の信号付加部のブロック図である。図12より、具体例4の信号付加部52-1 (52-2、52-3も同様)は、監視信号合波器57と、多重信号合波器58を備える。

【0083】監視信号合波器57は、監視信号λ#1、監視信号λ#2、監視信号λ#3を受け入れて、監視信号λ1+監視信号λ2+監視信号λ3を合波する部分である。一例として3入力1出力の光カプラが用いられる。多重信号合波器58は、光スイッチ部3から主信号λ1+主信号λ2+主信号λ3を受け入れて、監視信号合波器57から受け入れた監視信号λ1+監視信号λ2+監視信号λ3を合波する部分である。

【0084】更に、上記主信号λ1+主信号λ2+主信号λ3+監視信号λ1+監視信号λ2+監視信号λ3を合波器4-1へ転送する部分である。一例として2入力1出力の光カプラが用いられる。OTS付与部42 (42-1、42-2、42-3)とE/O・44 (44-1、44-2、44-3)については、具体例3と同様であり、その他の構成部分は、具体例1と同様なので説明を割愛する。以上で具体例4の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードの構成についての説明を終了したので、次に具体例4の動作について説明する。

【0085】〈具体例4の動作〉動作説明の前提条件を以下のように定める。図10に示す光ノードが、光多重リンク1-7から多重信号 (主信号λ1+監視信号λ#1)と、多重信号 (主信号λ2+監視信号λ#2)と、多重信号 (主信号λ3+監視信号λ#3)と、OTS信号λ*を受け入れて、これらの信号を光多重リンク1-9へ送出するものとする。

【0086】監視信号λ#1と、監視信号λ#2と、監視信号λ#3の分離と付加の動作についてのみ説明する。最初に受信動作について説明する。信号分離部51-1は、光多重リンク1-7から多重信号 (主信号λ1+監視信号λ#1)と、多重信号 (主信号λ2+監視信号λ#2)と、(主信号λ3+監視信号λ#3)と、OTS信号λ*が合波された光信号を受け入れる。

【0087】信号分離部51-1は、上記光信号を主信号λ1+主信号λ2+主信号λ3と、監視信号λ1+監視信号λ2+監視信号λ3+OTS信号λ*に分離する。主信号λ1+主信号λ2+主信号λ3は分波器2-1へ転送される。監視信号λ1+監視信号λ2+監視信号λ3+OTS信号λ*は、監視信号λ1と、監視信号λ2と、監視信号λ3と、OTS信号λ*とに分離されてO/E・53-1へ転送される。

【0088】O/E・53-1は、監視信号λ1と、監視信号λ2と、監視信号λ3と、OTS信号λ*を個々に受け入れて、光/電変換して各々監視信号λ1と、監視信号λ2と、監視信号λ3と、OTS信号λ*に相当

する制御信号として制御装置部8へ転送する。

【0089】次に送信動作について説明する。E/O・54-1は、制御装置部8から監視信号λ#1と、監視信号λ#2と、監視信号λ#3に相当する電気信号の制御信号を受け入れて電/光変換し、監視信号λ#1と、監視信号λ#2と、監視信号λ#3を生成して信号付加部52-1へ転送する。信号付加部52-1は、光スイッチ部3から主信号λ1と、主信号λ2と、主信号λ3を受け入れ、E/O・54-1から監視信号λ#1と、監視信号λ#2と、監視信号λ#3を受け入れて6波合波する。

【0090】信号付加部52-1は、この光信号を合波器4-1へ転送する、合波器4-1は、この光信号から多重信号 (主信号λ1+監視信号λ#1)と、多重信号 (主信号λ2+監視信号λ#2)と、多重信号 (主信号λ3+監視信号λ#3)を合波してOTS付与部42-1へ転送する。ここでOTS信号λ*が付与された後光多重リンク1-9を介して隣接するノードへ転送される。ここでOTS信号λ*が付与される動作は、具体例3と同様であり、その他の動作は具体例1と同様なので説明を割愛する。

【0091】〈具体例4の効果〉以上説明したように、信号分離部と信号付加部を備えることによって以下の効果を得る。

1. 監視信号 (λ#1、λ#2、λ#3、…)を波長パスの先端から後端まで固定することなく途中で変更することができるようになる。
2. その結果光波長多重ネットワークシステムの運用の幅を拡張することができる。一例として波長パスの途中で光波の波長を変更することも可能になる。

【0092】〈具体例5の構成〉図13は、具体例5の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードのブロック図である。図13より、具体例5の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードは、光多重リンク1 (1-1、1-7、1-8、1-9、1-10、1-11)と、分波器2 (2-1、2-2、2-3)と、光スイッチ部3と、合波器4 (4-1、4-2、4-3)と、O/E+E/O・9 (9-1、9-2、9-3)と、O/E+E/O・13 (13-1、13-2、13-3)と、OTS付与部42 (42-1、42-2、42-3)と、E/O・44 (44-1、44-2、44-3)と、信号分離部51 (51-1、51-2、51-3)と、信号付加部52 (52-1、52-2、52-3)と、E/O・54 (54-1、54-2、54-3) O/E・61と、電気信号分離部62と、監視信号変調部63と、OTS信号変調部64を備える。

【0093】O/E・61は、信号分離部51 (51-1、51-2、51-3)から監視信号λ1+監視信号λ2+監視信号λ3+OTS信号λ*を受け入れて、合波状態のまま光/電変換して電気信号分離部へ転送する

部分である。電気信号分離部62は、 $O/E \cdot 61$ から電気信号に変換された監視信号 $\lambda 1$ + 監視信号 $\lambda 2$ + 監視信号 $\lambda 3$ + OTS信号 $\lambda *$ を受け入れて、電気信号の監視信号 $\lambda 1$ と、電気信号の監視信号 $\lambda 2$ と、電気信号の監視信号 $\lambda 3$ と、電気信号のOTS信号 $\lambda *$ にそれぞれ分離して制御装置部8へ転送する部分である。

【0094】監視信号変調部63は、それぞれ異なる周波数のサブキャリア（電気信号）を監視信号 $\lambda 1$ 、監視信号 $\lambda 2$ 、監視信号 $\lambda 3$ で個々に電氣的に変調する部分である。OTS信号変調部64は、上記、監視信号変調部63のサブキャリアとは異なる周波数のサブキャリアを各光多重リンク毎のOTS信号 $\lambda *$ で個々に電氣的に変調する部分である。その他の構成は、具体例4と同様なので説明を割愛する。

【0095】〈具体例5の動作〉具体例4の動作との差異は、監視信号 $\lambda 1$ + 監視信号 $\lambda 2$ + 監視信号 $\lambda 3$ + OTS信号 $\lambda *$ の処理動作のみなので、この処理動作について受信側と送信側に分けて説明する。最初に受信側の処理動作について説明する。図14は、具体例5の受信側信号処理の説明図である。図14より、具体例5の信号分離部51-1（51-2、51-3も同様）（図13）に備える主信号分離フィルタ55は、多重信号（主信号 $\lambda 1$ + 監視信号 $\lambda \# 1$ ）、多重信号（主信号 $\lambda 2$ + 監視信号 $\lambda \# 2$ ）と、（主信号 $\lambda 3$ + 監視信号 $\lambda \# 3$ ）と、OTS信号 $\lambda *$ を受け入れて主信号 $\lambda 1$ + 主信号 $\lambda 2$ + 主信号 $\lambda 3$ と、監視信号 $\lambda 1$ + 監視信号 $\lambda 2$ + 監視信号 $\lambda 3$ + OTS信号 $\lambda *$ に分離する部分である。主信号 $\lambda 1$ + 主信号 $\lambda 2$ + 主信号 $\lambda 3$ は分波器2-1へ転送され、監視信号 $\lambda 1$ + 監視信号 $\lambda 2$ + 監視信号 $\lambda 3$ + OTS信号 $\lambda *$ は、 $O/E \cdot 61$ へ転送される。

【0096】 $O/E \cdot 61$ は、主信号分離フィルタ55から監視信号 $\lambda 1$ + 監視信号 $\lambda 2$ + 監視信号 $\lambda 3$ + OTS信号 $\lambda *$ を受け入れて、合波状態のまま光/電変換して電気信号分離部62転送する。電気信号分離部62は、 $O/E \cdot 61$ から電気信号に変換された監視信号 $\lambda 1$ + 監視信号 $\lambda 2$ + 監視信号 $\lambda 3$ + OTS信号 $\lambda *$ を受け入れて、電気信号の監視信号 $\lambda 1$ と、電気信号の監視信号 $\lambda 2$ と、電気信号の監視信号 $\lambda 3$ と、電気信号のOTS信号 $\lambda *$ にそれぞれ分離して制御装置部8（図13）へ転送する。

【0097】ここで監視信号 $\lambda 1$ 、監視信号 $\lambda 2$ 、監視信号 $\lambda 3$ 、OTS信号 $\lambda *$ は、後に送信側で説明するが、それぞれ異なる周波数のサブキャリアを用いてFM変調されている。電気信号分離部62は、内部に備えるバンドパスフィルタとFM復調器によって合波状態のまま光/電変換された監視信号を処理して、それぞれ、監視信号 $\lambda 1$ 、監視信号 $\lambda 2$ 、監視信号 $\lambda 3$ 、OTS信号 $\lambda *$ に対応する制御信号に変換して制御装置部8へ転送する。

【0098】次に送信側の処理動作について説明する。

図13より、監視信号変調部63（63-1、63-2、63-3）は監視信号 $\lambda 1$ 、監視信号 $\lambda 2$ 、監視信号 $\lambda 3$ 、に対応する制御信号を制御装置部8から受け入れる。監視信号変調部63（63-1、63-2、63-3）は、これらの監視信号で、各監視信号毎に異なる周波数のサブキャリアをFM変調した監視信号を $E/O \cdot 54$ （54-1、54-2、54-3）へ転送する。

【0099】 $E/O \cdot 54$ （54-1、54-2、54-3）は、各監視信号毎に異なる周波数のサブキャリアをFM変調した監視信号を電/光変換して監視信号 $\lambda 1$ 、監視信号 $\lambda 2$ 、監視信号 $\lambda 3$ を生成する。更に、これらの監視信号を信号付加部52（52-1、52-2、52-3）の内部に備える監視信号合波器57へ転送する。図15は、具体例5の送信側信号処理の説明図である。図15より多重信号合波器58は、光スイッチ部3から主信号 $\lambda 1$ と、主信号 $\lambda 2$ と、主信号 $\lambda 3$ を受け入れ、監視信号合波器57から監視信号 $\lambda \# 1$ と、監視信号 $\lambda \# 2$ と、監視信号 $\lambda \# 3$ を受け入れて6波合波する。

【0100】再度図13へ戻る。信号付加部52（52-1、52-2、52-3）（図13）は、この合波された光信号を合波器4（4-1、4-2、4-3）へ転送する。合波器4（4-1、4-2、4-3）（図11）は、6波合波された光信号を受け入れて、多重信号（主信号 $\lambda 1$ + 監視信号 $\lambda \# 1$ ）、多重信号（主信号 $\lambda 2$ + 監視信号 $\lambda \# 2$ ）、多重信号（主信号 $\lambda 1$ + 監視信号 $\lambda \# 2$ ）、多重信号（主信号 $\lambda 1$ + 監視信号 $\lambda \# 1$ ）をOTS付与部42-1（図11）へ転送する。ここでOTS信号 $\lambda *$ が付与された後光多重リンク1-9を介して隣接するノードへ転送される。ここでOTS信号 $\lambda *$ が付与される動作は、具体例4と同様なので説明を割愛する。

【0101】以上の説明では、監視信号 $\lambda 1$ と監視信号 $\lambda 2$ と監視信号 $\lambda 3$ と一緒に電気多重した後1波の光信号に変換して主信号と合波し、OTS信号 $\lambda *$ については、監視信号とは異なる光信号に変換して主信号に合波する構成について説明した。しかし、本発明は、この構成に限定されるものではない。即ち、監視信号 $\lambda 1$ と監視信号 $\lambda 2$ と監視信号 $\lambda 3$ とOTS信号 $\lambda *$ と一緒に電気多重し、1波の光信号に変換して主信号に合波する構成にすることも可能である。更に、上記説明では、電気多重の変調方法をFM変調に限定して説明したが、本発明は、この方法に限定されるものではない。即ち、AM変調等他の変調方法であっても実現可能である。

【0102】〈具体例5の効果〉以上説明したように監視信号を電気多重することによって以下の効果を得る。
1. 監視信号を主信号から分離するさいに、一つの O/E で受信することが可能になるため、複数の監視信号を送信する光信号の波長安定度や、波長設定が容易になる。その結果装置のハード構成が簡単になる。2. 監視信号に加えてOTS信号も一緒に電気多重することによ

り、上記効果をより一層増大させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】具体例1の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードのブロック図である。

【図2】光波長多重ネットワークシステムの概要説明図である。

【図3】分波器の機能説明図である。

【図4】具体例1における主信号と監視信号の周波数割付説明図である。

【図5】具体例2の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードのブロック図である。

【図6】具体例2の信号フォーマットの説明図である。

【図7】具体例3の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードのブロック図である。

【図8】具体例3における各種信号の周波数割付説明図である。

【図9】OTS分離部のブロック図である。

【図10】具体例4の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードのブロック図である。

【図11】具体例4の信号分離部のブロック図である。

【図12】具体例4の信号付加部のブロック図である。

【図13】具体例5の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードのブロック図である。

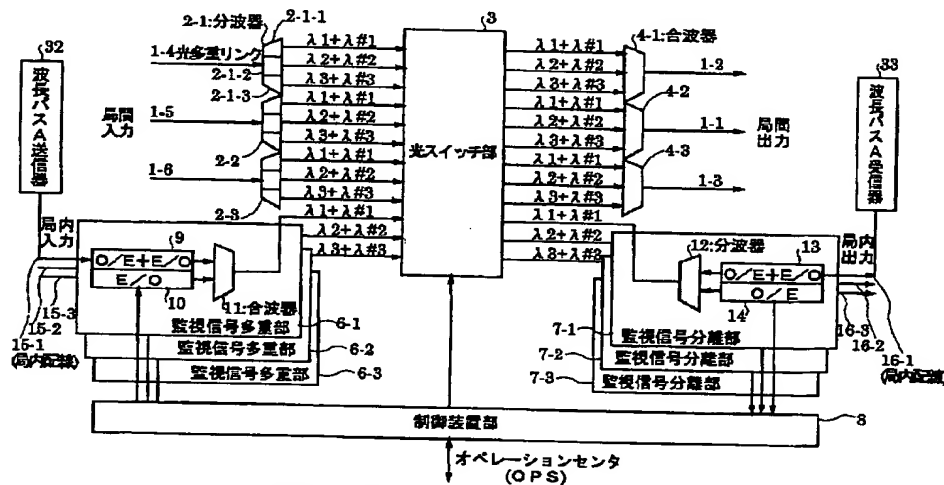
【図14】具体例5の受信側信号処理の説明図である。

【図15】具体例5の送信側信号処理の説明図である。

【符号の説明】

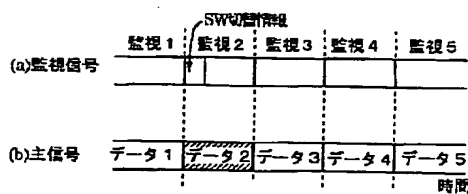
- 1 (1-1、1-2、1-3、1-4、1-5、1-6) 光多重リンク
- 2 (2-1、2-2、2-3) 分波器
- 3 光スイッチ部
- 4 (4-1、4-2、4-3) 合波器
- 6 (6-1、6-2、6-3) 監視信号多重部
- 7 (7-1、7-2、7-3) 監視信号分離部
- 8 制御装置部

【図1】



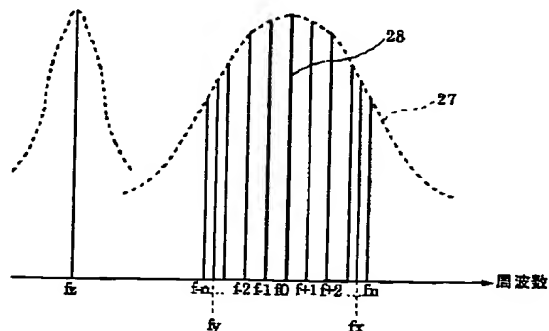
具体例1の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードのブロック図

【図6】



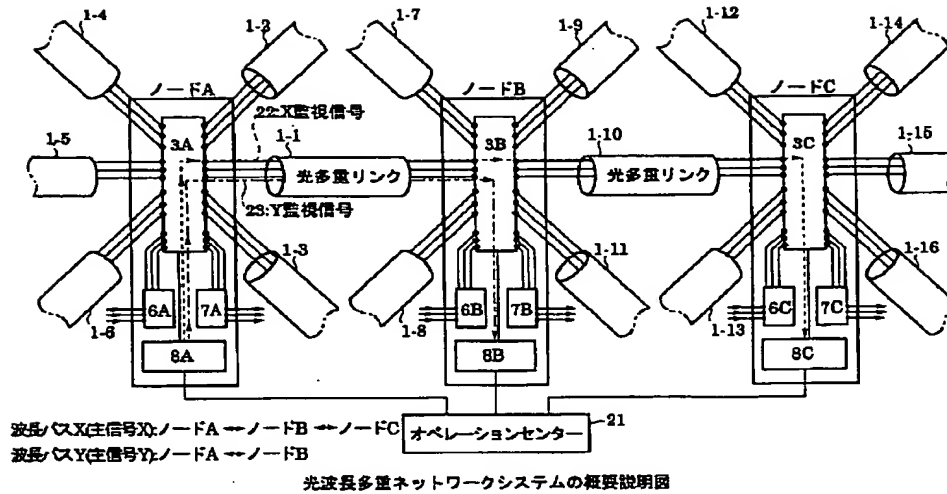
具体例2の信号フォーマットの説明図

【図8】

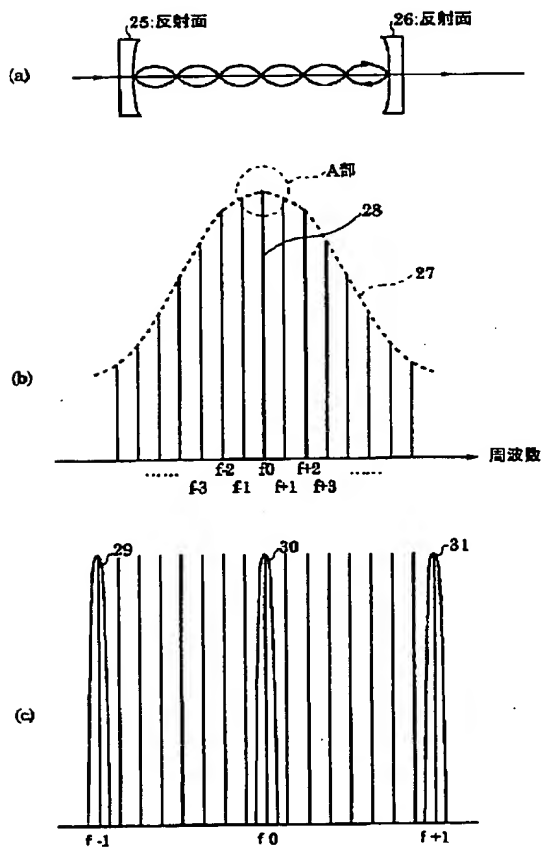


具体例3における各種信号の周波数割付説明図

【図2】

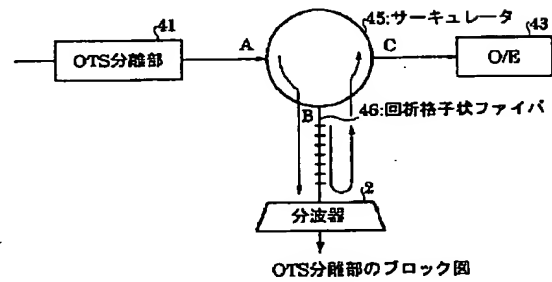


【図3】

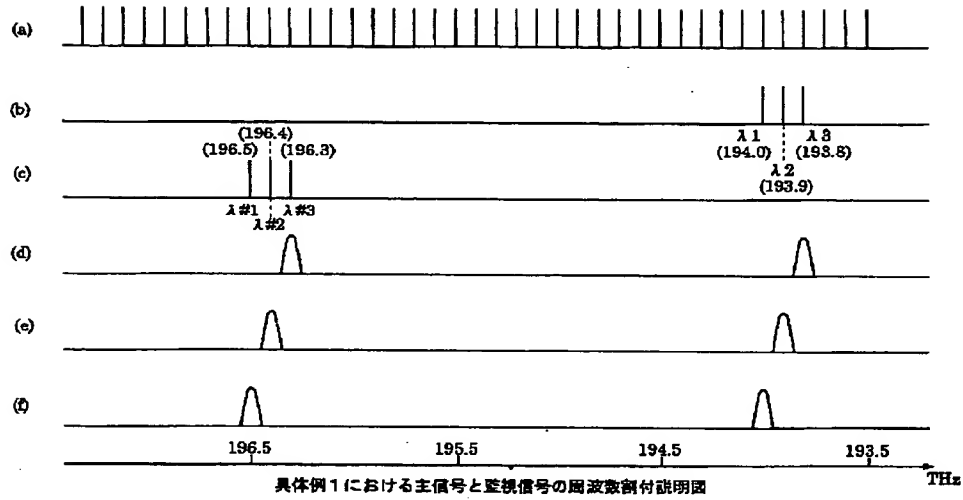


分波器の機能説明図

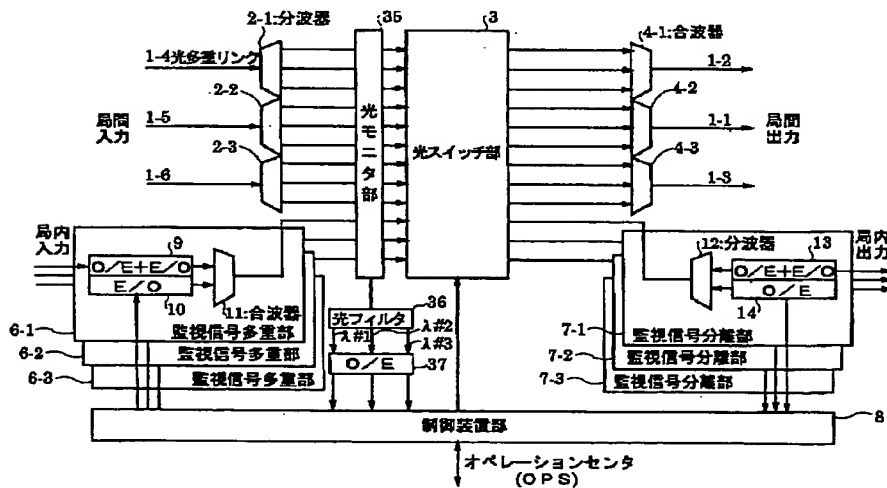
【図9】



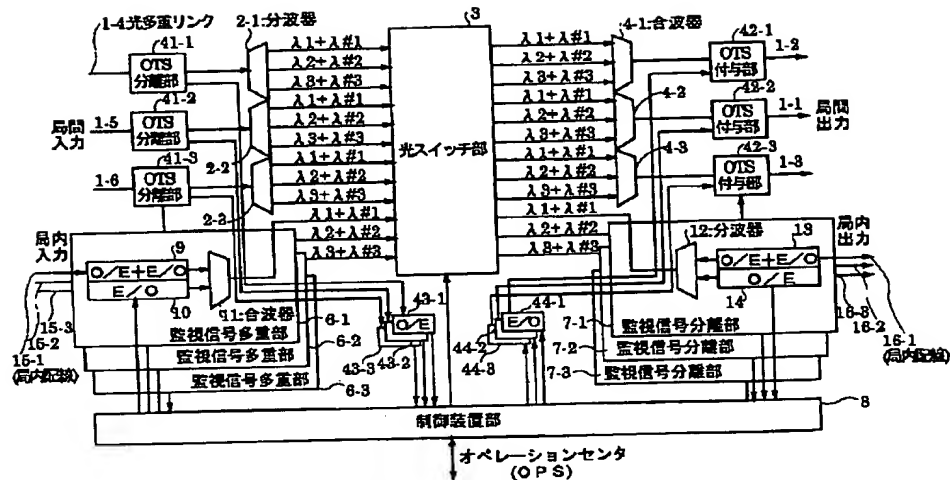
【図4】



【図5】

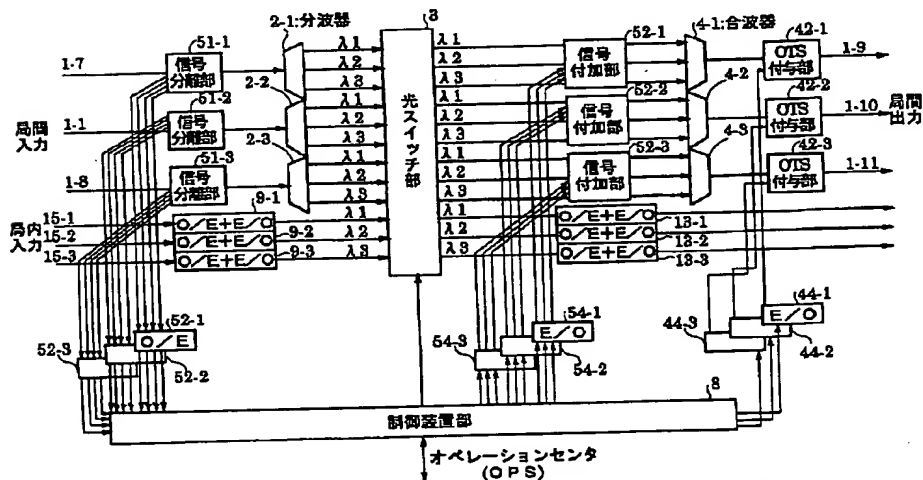


【図7】



具体例3の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードのブロック図

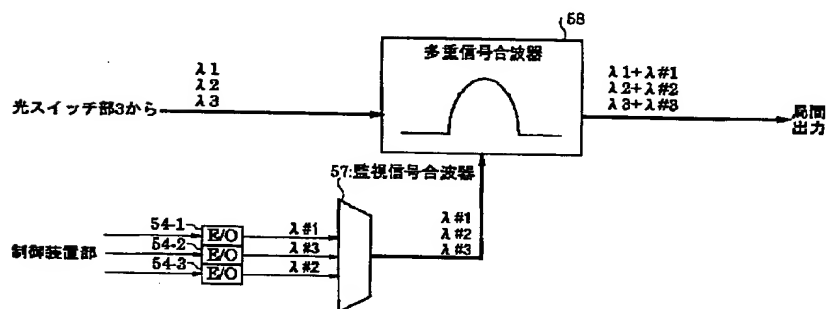
【図10】



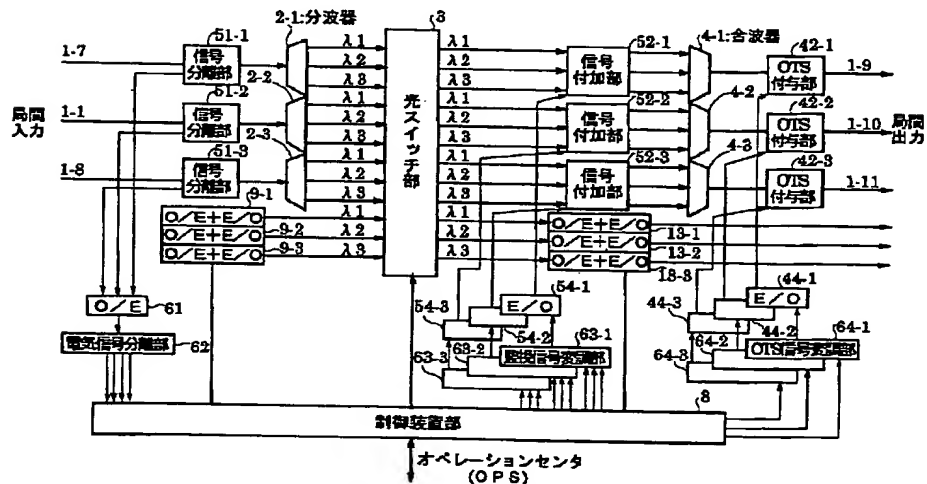
具体例4の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードのブロック図

Figure 1 is a block diagram of a signal processing system. The system starts with a "局間入力" (Inter-station input) which is a sum of signals: $\lambda_1 + \lambda_{\#1} + \lambda + \lambda_1$, $\lambda_2 + \lambda_{\#2}$, and $\lambda_3 + \lambda_{\#3}$. This input goes into a "主信号分離フィルタ" (Main signal separation filter) labeled 55. The output of filter 55 is split into three paths: λ_1 , λ_2 , and λ_3 , which go to a "分波器2-1へ" (to demodulator 2-1). Another output from filter 55 goes to a "監視信号分離フィルタ" (Monitoring signal separation filter) labeled 56. Filter 56 has four outputs: λ^*1 , $\lambda_{\#1}$, $\lambda_{\#3}$, and $\lambda_{\#2}$. These outputs are connected to a "制御装置部へ" (to control device) via a series of O/E (Opto-Electronic) converters. The outputs are labeled 53-1(1), 53-1(2), 53-1(3), and 53-1(4). A "60:周波数割付" (60: Frequency allocation) diagram is shown at the bottom, illustrating the frequency spectrum with various components labeled λ^*1 , $\lambda_{\#1}$, $\lambda_{\#3}$, $\lambda_{\#2}$, and λ_2 .

【圖 1 2】

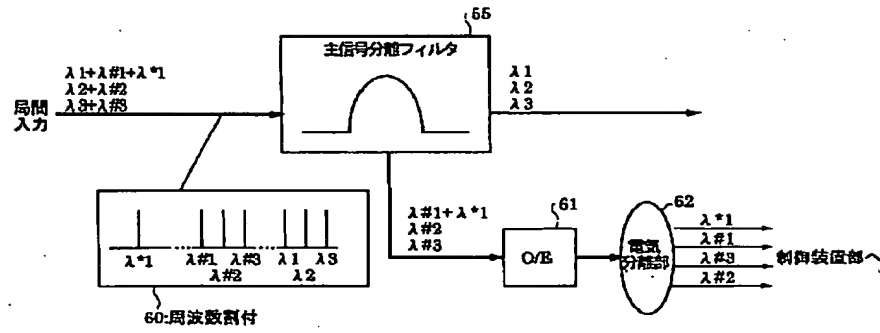


【图 1 3】



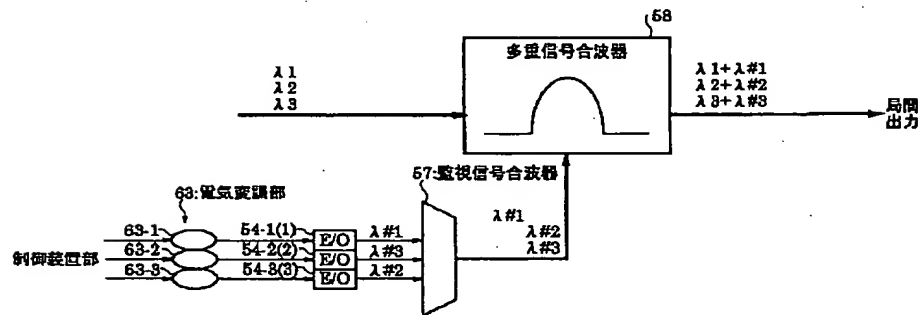
具体例5の光波長多重ネットワークシステムに備える光ノードのブロック図

【図14】



具体例5の受信側信号処理の説明図

【図15】



具体例5の送信側信号処理の説明図

THIS PAGE BLANK (USPTO)